

---

Henry Rauche

# Die Kaliindustrie im 21. Jahrhundert

Stand der Technik bei der Rohstoffgewinnung und der Rohstoffaufbereitung sowie bei der Entsorgung der dabei anfallenden Rückstände

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Begriffsbestimmung und Methodik</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>Ursprung und Geschichte der industriellen Produktion von Kalidüngemitteln</b>	<b>37</b>
<b>3</b>	<b>Kaliverbrauch und Kaliproduktion heute</b>	<b>47</b>
3.1	Notwendigkeit der Kalidüngemittelproduktion sowie Triebkräfte für den Kalimarkt und Entwicklungstrends	48
3.2	Kaliproduzenten und Vertriebsstrukturen	60
3.3	Anforderungen an Kaliprodukte und handelsübliche Spezifikationen	63
<b>4</b>	<b>Randbedingungen der Kalidüngemittelproduktion</b>	<b>67</b>
4.1	Lagerstättengeologische Randbedingungen	68
4.2	Hydrogeologische und andere bergbausicherheitliche Randbedingungen	76
4.3	Klimatische Randbedingungen	79
4.4	Infrastrukturelle und logistische Randbedingungen	81
<b>5</b>	<b>Methoden, Verfahren und Anlagen zur Gewinnung von Kalirohstoffen</b>	<b>85</b>
5.1	Gewinnung fester Kalirohsalze aus dem geologischen Untergrund	87
5.1.1	Bergmännische Gewinnung von festen Kalirohsalzen	105
5.1.1.1	Gewinnungsmethoden	111
5.1.1.2	Abbauverfahren auf Lagerstätten der Flachen Lagerung	117
5.1.1.3	Abbauverfahren auf Lagerstätten der Steilen Lagerung	129
5.1.1.4	Vergleich der Abbauverluste für die heute praktizierten Abbauverfahren der Flachen und der Steilen Lagerung	130
5.1.2	Soltechnische Gewinnung von festen Kalirohsalzen	134
5.1.2.1	Nicht-selektives Solverfahren	138
5.1.2.2	Selektives Solverfahren	139
5.2	Gewinnung von natürlichen wertstoffarmen Lösungen an oder nahe der Erdoberfläche	142

<b>6</b>	<b>Methoden, Verfahren und Anlagen zur Aufbereitung von Kalirohstoffen sowie zur Veredlung, Speicherung und zum Transport von Fertigprodukten</b>	<b>149</b>
6.1	Aufbereitung von festen Kalirohsalzen aus der Bergmännischen Gewinnung	150
6.1.1	Aufbereitung fester Kalirohsalze durch Flotation	155
6.1.2	Aufbereitung fester Kalirohsalze durch Heißverlösung und anschließende Kühlkristallisation	162
6.1.3	Aufbereitung fester Kalirohsalze durch elektrostatische Sortierung	171
6.1.4	Aufbereitung fester Kalirohsalze durch Schwereretrennung	173
6.1.5	Vergleich der Aufbereitungsverfahren für feste Rohsalze	173
6.2	Aufbereitung von technischen Lösungen aus der Soltechnischen Gewinnung von festen Kalirohsalzen	175
6.3	Aufbereitung natürlicher wertstoffarmer Lösungen	180
6.4	Waschen, Decken, Entwässerung der Zwischenprodukte und Trocknung	183
6.5	Kompaktierung und Granulierung	189
6.6	Speicherung und Transport der Fertigprodukte	193
<b>7</b>	<b>Massen-Volumen-Bilanzen der Kalidüngemittelproduktion und Möglichkeiten zur Erzeugung verkaufsfähiger Nebenprodukte</b>	<b>195</b>
<b>8</b>	<b>Methoden, Verfahren und Anlagen zur Entsorgung von Rückständen aus der Gewinnung und Aufbereitung von Kalirohstoffen zu Kalidüngemitteln</b>	<b>221</b>
8.1	Beseitigung fester Gewinnungs- und Aufbereitungsrückstände	230
8.1.1	Beseitigung fester Gewinnungs- und Aufbereitungsrückstände als Versatz	236
8.1.1.1	Verfahren zum Transport und zum Einbringen trockenen Versatzgutes	242
8.1.1.2	Verfahren zum Transport und zum Einbringen von Versatz mit Hilfe von Trägerflüssigkeiten	246
8.1.2	Beseitigung der festen Aufbereitungsrückstände durch Aufhaldung	253
8.1.2.1	Art der Ablagerung und daraus resultierender Flächenbedarf	257
8.1.2.2	Entwicklung der Haldenkörper und struktureller Bau	263
8.1.2.3	Auswahl und Vorbereitung des Haldenstandortes	265
8.1.2.4	Haldenbewirtschaftung sowie Anforderungen an das Haldenmonitoring	267
8.1.2.5	Abdeckung und Begrünung des Haldenkörpers	269
8.1.3	Auflösung der festen Aufbereitungsrückstände und deren Beseitigung in flüssiger Form	274
8.2	Beseitigung flüssiger Aufbereitungsrückstände	274
8.3	Entsorgung der durch die Aufhaldung der festen Aufbereitungsrückstände anfallenden Salzlösungen	285
<b>9</b>	<b>Zusammenfassende Diskussion zum Stand der Technik bei der Kalidüngemittelproduktion</b>	<b>289</b>
<b>10</b>	<b>STANDORT-STECKBRIEFE</b>	<b>297</b>
<b>Anhang</b>		<b>477</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>		<b>479</b>
<b>GLOSSAR</b>		<b>487</b>
<b>REFERENZEN</b>		<b>505</b>
<b>BILDNACHWEIS</b>		<b>579</b>